

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-315006

(43)Date of publication of application : 13.11.2001

(51)Int.Cl.

B23B 27/14

B23B 51/00

B23C 5/16

(21)Application number : 2000-138407

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 11.05.2000

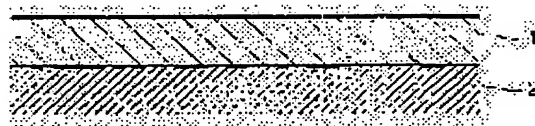
(72)Inventor : IMAMURA SHINYA  
HASHIMOTO YASUHIKA  
FUKUI HARUYO  
IKEGAYA AKIHIKO

## (54) COATED HARD TOOL

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a coated hard tool having superior abrasion resistance and toughness even in high-speed cutting.

SOLUTION: This coated hard tool has a base material 2, and a coating film 1 formed on the base material 2. The coating film 1 is made of a material including, for example, TiCN, has the internal stress of -10 GPa to 0 GPa, and a surface side and a base material side as a rear surface side have the stress difference of 1 GPa or more.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-315006

(P 2 0 0 1 - 3 1 5 0 0 6 A)  
(43) 公開日 平成13年11月13日 (2001. 11. 13)

(51) Int. Cl.

識別記号

B23B 27/14

51/00

B23C 5/16

F I

B23B 27/14

51/00

B23C 5/16

テ-マ-ド (参考)

A 3C037

M 3C046

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全7頁)

(21) 出願番号 特願2000-138407 (P 2000-138407)

(22) 出願日 平成12年5月11日 (2000. 5. 11)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪府中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 今村 晋也

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友  
電気工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 橋本 泰久

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友  
電気工業株式会社伊丹製作所内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎 (外4名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 被覆硬質工具

(57) 【要約】

【課題】 高速切削においても、良好な耐摩耗性および  
靱性を有する被覆硬質工具を提供する。

【解決手段】 本発明の被覆硬質工具は、母材2と、そ  
の母材2上に形成された被覆膜1とを備えている。被覆  
膜1は、たとえばTiCNを含む材質よりなっており、  
かつ10GPa以上0GPa以下の内部応力を有し、  
かつ表面側と裏面側である母材側とで1GPa以上の応  
力差を有している。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 母材と、

前記母材上に形成された被覆膜とを備え、

前記被覆膜は、IVa、Va、VIa族元素、AlおよびGeよりなる群から選ばれる少なくとも1種以上の窒化物、炭化物、炭窒化物および酸化物のいずれかを含有する材質を有し、かつ10GPa以上0GPa以下の内部応力を有し、かつ表面側と裏面側である前記母材側とで1GPa以上の応力差を有している、被覆硬質工具。

【請求項2】 前記被覆膜の膜厚は0.5μm以上10μm以下である、請求項1に記載の被覆硬質工具。

【請求項3】 前記被覆膜の内部応力は、前記母材側から前記表面側へ向けて連続的に圧縮応力が増加するように変化している、請求項1または2に記載の被覆硬質工具。

【請求項4】 前記被覆膜の内部応力は、前記母材側から前記表面側へ向けて段階的に圧縮応力が増加するように変化している、請求項1または2に記載の被覆硬質工具。

【請求項5】 前記被覆膜の内部応力は、前記表面側から前記母材側へ向けて連続的に圧縮応力が増加するように変化している、請求項1または2に記載の被覆硬質工具。

【請求項6】 前記被覆膜の内部応力は、前記表面側から前記母材側へ向けて段階的に圧縮応力が増加するように変化している、請求項1または2に記載の被覆硬質工具。

【請求項7】 前記母材と前記被覆膜との間に、IVa族元素の窒化物、炭化物、炭窒化物および酸化物のいずれかの材質を有する第1の薄膜をさらに備えた、請求項1～6のいずれかに記載の被覆硬質工具。

【請求項8】 前記被覆膜の表面上に、IVa族元素の窒化物、炭化物、炭窒化物および酸化物のいずれかの材質を有する第2の薄膜をさらに備えた、請求項1～7のいずれかに記載の被覆硬質工具。

【請求項9】 前記母材の材質は、WC基超硬合金、サーメット、セラミック、および鉄系合金よりなる群から選ばれる1種以上を含む、請求項1～8のいずれかに記載の被覆硬質工具。

【請求項10】 前記母材の材質は、WC基超硬合金であって、Coを8質量%以上12質量%以下含んでいる、請求項9に記載の被覆硬質工具。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、被覆硬質工具に関し、具体的には、耐摩耗性の要求される切削工具やその他の耐摩工具として利用される被覆硬質合金工具の中で耐摩耗性および靱性に優れた被覆硬質合金工具に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、切削用の工具としては、超硬合金(WC-Co合金にTi(チタン)やTa(タンタル)、Nb(ニオブ)の炭窒化物を添加した合金)が用いられてきた。しかし、近年の切削の高速化に伴い、超硬合金、サーメット、あるいはアルミナ系や窒化珪素系のセラミックを母材として、その表面にPVD(Physical Vapor Deposition)法で元素周期律表のIVa、Va、VIa族金属やAl(アルミニウム)などの炭化物、窒化物、炭窒化物、ホウ窒化物、酸化物からなる膜を3～20μmの厚さに被覆した硬質合金工具の使用割合が増大している。

【0003】得にPVD法による被覆は、母材強度の劣化を招かずに耐摩耗性を高め得ることから、ドリル、エンドミル、フライス用スローアウェイチップなどの強度の要求される切削工具に多用されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】近年、加工能率を一層向上させるため、切削速度がより高速になってきており、そのことに伴い工具には一層の耐摩耗性が要求されるようになってきている。しかし、高い耐摩耗性を要求すると靱性が低下するということから、高い耐摩耗性および高い靱性の双方を両立させることが求められている。

【0005】それゆえ、本発明の目的は、高速切削においても良好な耐摩耗性および靱性を有する被覆硬質工具を提供することである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本願発明者らは、被覆膜の耐摩耗性の向上と靱性の向上との両立を実現するため、被覆膜中の内部応力について研究した。一般に、イオンプレATING法により形成された被覆膜中には、圧縮応力が発生する。このような残留圧縮応力は被覆膜の耐摩耗性に悪影響を及ぼすことが問題であるが、残留圧縮応力を低下させると靱性が低下することが判明した。さらに、種々検討した結果、被覆膜中の圧縮応力を膜内で変化させることにより、耐摩耗性および靱性の双方が向上することがわかった。

【0007】特に、靱性を必要とする場合には、被覆膜中の圧縮応力を母材側から表面側に向かって連続的あるいは段階的に増加させることが効果的であり、耐摩耗性を必要とする場合には被覆膜中の圧縮応力を母材側から表面側に向けて連続的あるいは段階的に低下させることが効果的であることが判明した。

【0008】それゆえ、本発明の被覆硬質工具は、母材と、その母材上に形成された被覆膜とを備え、被覆膜は、IVa、Va、VIa族元素、AlおよびGe(ゲルマニウム)よりなる群から選ばれる少なくとも1種以上の窒化物、炭化物、炭窒化物および酸化物のいずれかを含有する材質を有し、かつ10GPa以上0GPa以下の内部応力を有し、かつ表面側と裏面側である母材側と

で 1 GPa 以上の応力差を有している。なお、内部応力において「-」の記号は圧縮応力であることを示している。

【0009】このように被覆膜の表面側と母材側とで 1 GPa 以上の応力差を有するよう内部応力を変化させたことにより、耐摩耗性および靱性の双方に優れた被覆硬質工具を得ることができる。なお、応力差が 1 GPa 未満では、被覆膜中で内部応力を変化させる効果が十分に得られない。

【0010】上記被覆硬質工具において好ましくは、被覆膜の膜厚は 0.5  $\mu\text{m}$  以上 10  $\mu\text{m}$  以下である。これは被覆膜の厚みが 0.5  $\mu\text{m}$  未満では被覆の効果が少なく、10  $\mu\text{m}$  を超えると被覆膜が剥離しやすくなるからである。

【0011】上記の被覆硬質工具において好ましくは、被覆膜の内部応力は、母材側から表面側へ向けて連続的あるいは段階的に圧縮応力が増加するよう変化している。これにより、靱性が顕著に向上する。これは、表面側ほど高い内部圧縮応力が導入されることにより、表面に入った微小クラックの進展が抑えられるため、チップングなどの欠けを防ぐことができるためと考えられる。

【0012】上記の被覆硬質工具において好ましくは、被覆膜の内部応力は、表面側から母材側へ向けて連続的あるいは段階的に圧縮応力が増加するよう変化している。これにより、耐摩耗性が顕著に向上する。これは、表面側ほど低い内部圧縮応力を導入することで膜表面が柔らかくなり、切削時の溶着が剥がれるときに膜全体が剥がれなくなる（膜の表面近傍のみ剥がれる）ため耐摩耗性が向上するものと考えられる。

【0013】上記の被覆硬質工具において好ましくは、母材と被覆膜との間に、I V a 族元素の窒化物、炭化物、炭窒化物および酸化物のいずれかの材質を有する薄膜がさらに備えている。これにより、被覆膜と母材との付着強度が向上するため、より高性能が期待される。

【0014】上記の被覆硬質工具において好ましくは、被覆膜の表面上に、I V a 族元素の窒化物、炭化物、炭窒化物および酸化物のいずれかの材質を有する薄膜がさらに備えられている。これにより、より高性能が期待される。

【0015】上記の被覆硬質工具において好ましくは、母材の材質は、WC 基超硬合金、サーメット、セラミック、および鉄系合金よりなる群から選ばれる 1 種以上を含む。これにより、被覆膜の材質に適した母材の材質を選択することができる。

【0016】上記の被覆硬質工具において好ましくは、母材の材質は、WC 基超硬合金であって、Co（コバルト）を 8 質量%以上 12 質量%以下含んでいる。

【0017】このように超硬合金として母材の Co 含有量を適切に選択することにより、耐摩耗性が著しく向上する。Co の含有量が 8 質量%未満であると、超硬合金

自体の耐摩耗性がよいため、被覆の効果があまり発揮されない。一方、Co の含有量が 12 質量%を超えると、母材自体が柔らかくなりすぎ、本発明のような硬い被覆膜とのヤング率が違いすぎることから膜剥離が発生し、被覆の効果が発揮されない。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図に基づいて説明する。

【0019】図 1 は、本発明の一実施の形態における被覆硬質工具の部分断面図である。図 1 を参照して、本実施の形態の被覆硬質工具は、母材 2 と、その母材 2 の表面上に形成された被覆膜 1 とを有している。被覆膜 1 は、I V a、V a、V I a 族元素、Al および Ge およびこれらの任意の組合せの合金の窒化物、炭化物、炭窒化物および酸化物から選ばれた 1 種以上を含む化合物よりなり、かつ -10 GPa 以上 0 GPa 以下の内部応力を有し、かつ表面側と裏面側である母材側とで 1 GPa 以上の応力差を有している。

【0020】なお、被覆膜 1 の内部応力は、たとえば X 線回折法または基板の変形から求める方法により測定される。これらの測定方法の詳細は、たとえば「PVD・CVD 皮膜の基礎と応用」、(社)表面技術協会編、山本恒雄発行、pp. 156-164 に記載されている。

【0021】また被覆膜 1 の膜厚は、0.5  $\mu\text{m}$  以上 10  $\mu\text{m}$  以下であることが好ましい。被覆膜 1 の内部応力は、母材側から表面側へ向けて図 2 に示すように連続的に、または図 3 に示すように段階的に圧縮応力が増加するように変化していてもよい。これにより、被覆硬質工具の靱性の向上が著しくなる。また被覆膜 1 の内部応力は、母材側から表面側に向けて図 4 に示すように連続的に、または図 5 に示すように段階的に圧縮応力が減少するように変化していてもよい。これにより、被覆硬質工具の耐摩耗性の向上が顕著となる。

【0022】また母材 2 と被覆膜 1 との間には、I V a 族元素の窒化物、炭化物、炭窒化物および酸化物のいずれかの材質を有する付着強化層 3 a が設けられていることが好ましい。また図 7 に示すように被覆膜 1 の表面上に、I V a 族元素の窒化物、炭化物、炭窒化物および酸化物のいずれかの材質を有する薄膜 3 b が形成されていてもよい。

【0023】なお、母材 2 の材質は、WC 基超硬合金、サーメット、セラミックおよび鉄系合金のいずれか、またはこれらの任意の組合せよりなっていることが好ましい。また母材 2 の材質が WC 基超硬合金の場合には、Co を 8 質量%以上 12 質量%以下含んでいることが好ましい。

【0024】なお、セラミックとしては、炭化珪素、窒化珪素、窒化アルミニウム、アルミナ、炭化硼素、ガラスなどが用いられ得る。また鉄系合金としては、高速度鋼、ダイス鋼、ステンレス鋼などの鋼が用いられ得る。

【0025】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。

【0026】（実施例1）型番SDKN42形状のISO P30超硬母材（Coを11%含有し、残部がWCよりなる）に、表2に示すような内部残留応力を有する3.5μmの厚みの各種のTiCNの被覆を施した。これらのサンプルを用いて合金鋼のブロックを、表1に示す条件で切削し、各サンプルの摩耗量を測定した。その摩耗量を表2に併せて示す。

【0027】

10

【表1】

被削材	SCM435 (硬さ HB250)
切削速度	200m/min
送り	0.25mm/刃
切り込み	1.5mm
切削形態	乾式
切削長	2m
切削方法	フライス切削

摩耗測定結果：

	内部応力(母材側一表面側)	逃げ面摩耗量(mm)
サンプル1	-0.3GPa → -2.8GPa	0.205
サンプル2	-0.6GPa → -9.8GPa	0.228
サンプル3	-2.4GPa → -0.2GPa	0.109
サンプル4	-9.5GPa → -0.2GPa	0.124
サンプル5	-0.3GPa → -0.3GPa	0.248
サンプル6	-0.8GPa → -0.8GPa	0.263
サンプル7	-2.5GPa → -2.5GPa	0.342

【0029】表2の結果より、TiCN層内で内部応力を変化させた本発明例のサンプル1～4では、内部応力の変化のないサンプル5～7よりも逃げ面摩耗量が少なく、高い耐摩耗性が得られていることがわかる。特に、TiCN層内の圧縮応力が母材側から表面側にかけて連続的に低下するサンプル3および4においては、著しく逃げ面摩耗量が少なくなり、耐摩耗性向上の効果が著しいことがわかる。

【0030】（実施例2）次に、実施例1で用いたサン

プル1～7と同じサンプルを用いて靱性試験を行なった。その靱性試験は、S50C素材に50の貫通穴を設けたブロックを表3に示す条件で切削することにより行なった。ここでは送りを徐々に上げ、チップ欠損時の送り（最大送りとする）を測定することにより靱性の評価とした。その結果を表4に示す。

【0031】

40 【表3】

7	8
被削材	S50C 穴材
切削速度	120m/min
送り	0.10mm/刃から0.05mm/刃間隔で増加
切り込み	2.0mm
切削形態	乾式
切削長	0.3m 毎に送りを上げる
切削方法	フライス切削

【0032】

【表4】

靱性試験結果：

	内部応力(母材側一表面側)	最大送り(mm/刃)
サンプル1	-0.3GPa → -2.8GPa	0.55
サンプル2	-0.6GPa → -9.8GPa	0.55
サンプル3	-2.4GPa → -0.2GPa	0.25
サンプル4	-9.5GPa → -0.2GPa	0.25
サンプル5	-0.3GPa → -0.3GPa	0.20
サンプル6	-0.8GPa → -0.8GPa	0.25
サンプル7	-2.5GPa → -2.5GPa	0.25

【0033】表4の結果より、TiCN層内で内部応力を変化させた本発明例のサンプル1～4では、内部応力が変化しないサンプル5～7と同等もしくはそれ以上の最大送りが得られており、優れた靱性が得られることがわかる。特に、TiCN層内の圧縮応力が母材側から表面側にかけて連続的に増加するサンプル1および2においては、最大送りが著しく大きくなっており、靱性が大幅に向上することがわかる。

【0034】(実施例3)次に、母材と被覆膜との界面に付着強化層としてTiN薄膜を配したことの効果を確認するため、実施例1のサンプル1～4と同じTiCN層と母材との界面の間に、0.5μmの厚みのTiN層を配したサンプルを作製し、実施例1と同じ条件で切削試験を行なった。その結果を表5に示す。

【0035】

30 【表5】

摩耗測定結果：

	内部応力(母材側一表面側)	逃げ面摩耗量(mm)
サンプル1	-0.3GPa → -2.8GPa	0.152
サンプル2	-0.6GPa → -9.8GPa	0.169
サンプル3	-2.4GPa → -0.2GPa	0.073
サンプル4	-9.5GPa → -0.2GPa	0.062

【0036】表5の結果より、付着強化層を設けたことにより、各サンプルにおいて実施例1の逃げ面摩耗量よりも摩耗量が少なくなり、耐摩耗性が向上することがわかる。

【0037】(実施例4)次に、母材の組成が異なる場合の切削性能を確認するため、TiCN層は実施例1の

サンプル1および3と同じとし、母材のCo含有量を表6に示すように変化させた場合の逃げ面摩耗量を測定した。その結果を表6に併せて示す。なお、切削条件は実施例1と同じとした。

【0038】

【表6】

## 摩耗測定結果：

	内部応力	母材 Co 量 (質量%)	逃げ面摩耗量 (mm)
サンプル 1a	-0.36Pa — -2.86Pa	5%	0.185
サンプル 1b		10%	0.091
サンプル 1c		15%	0.194
サンプル 3a	-2.46Pa — -0.26Pa	5%	0.207
サンプル 3b		10%	0.075
サンプル 3c		15%	0.217

【0039】表6の結果より、TiCN層中の内部応力が母材側から表面側にかけて増加あるいは低下し、かつ母材のCo含有量が8質量%以上12質量%以下の範囲内にあるサンプル1bおよび3bが、特に切削性能において優れていることがわかる。

【0040】なお、上記の実施例1～4においては、被覆膜としてTiCN層を用いた場合について説明したが、本発明はこれに限定されず、IVa、Va、Vla族元素、Al、Geよりなる群から選ばれる少なくとも1種以上の窒化物、炭化物、炭窒化物および酸化物のいずれかを含有材質であれば同じように内部応力を変えることで、靱性および耐摩耗性の双方が向上することを確認した。

【0041】また、付着強化層としてTiN層を用いた場合について説明したが、本発明の付着強化層はこの材質に限定されず、IVa族元素の窒化物、炭化物、炭窒化物および酸化物のいずれかの材質であれば同様の結果が得られることも確認した。

【0042】また、母材の材質として、WC基超硬合金を用いた場合について説明したが、本発明における母材の材質はこれに限定されず、サーメット、セラミック（炭化珪素、窒化珪素、窒化アルミニウム、アルミナ、炭化硼素、ガラスなど）、鉄系合金（高速度鋼、ダイス鋼、ステンレス鋼などの鋼）を用いても同様の結果が得られることを確認した。

【0043】今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0044】

【発明の効果】以上説明したように本発明の被覆硬質工具では、被覆膜の表面側と母材側とで1GPa以上の応力差を有するよう内部応力を変化させたことにより、耐摩耗性および靱性の双方に優れた被覆硬質工具を得ることができる。これにより、本発明の被覆硬質工具は、ドリル、エンドミル、フライス用スローアウェイチップ、切削用刃先交換型チップ、メタルソー、刃切り工具、リーマ、タップなどの切削工具、その表面に耐摩耗性被覆膜を形成した金属プレス加工用、金属鍛造用、ダイキャスト用、プラスチック成形用金型などに良好に適用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施の形態における被覆硬質工具の部分断面図である。

【図2】 被覆膜中の内部応力の分布の第1の形態を示す図である。

【図3】 被覆膜中の内部応力の分布の第2の形態を示す図である。

【図4】 被覆膜中の内部応力の分布の第3の形態を示す図である。

【図5】 被覆膜中の内部応力の分布の第4の形態を示す図である。

【図6】 被覆膜と母材との間に付着強化層を設けた構成の部分断面図である。

【図7】 被覆膜の表面上に追加の薄膜を設けた構成を示す部分断面図である。

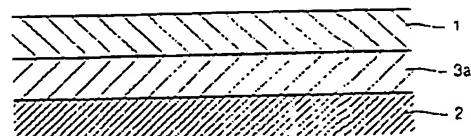
【符号の説明】

1 被覆膜、2 母材、3a 付着強化層、3b 薄膜。

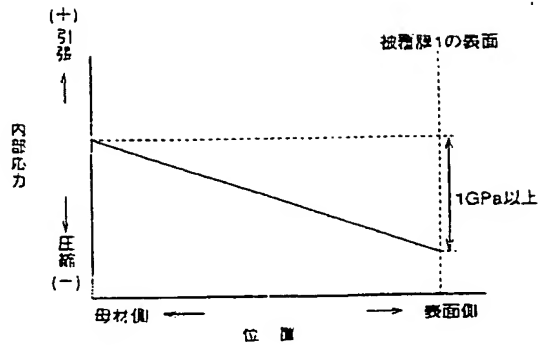
【図1】



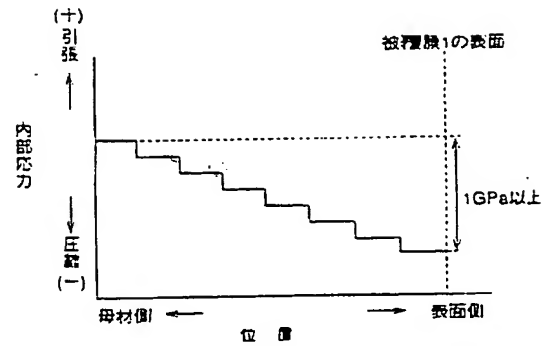
【図6】



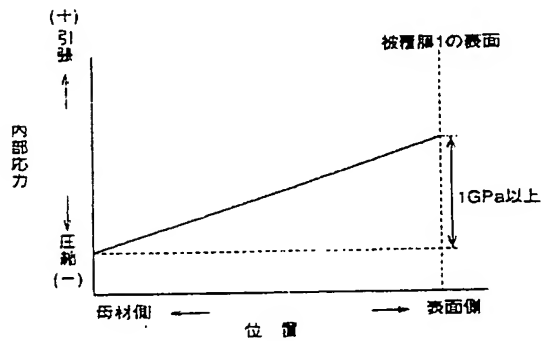
【図 2】



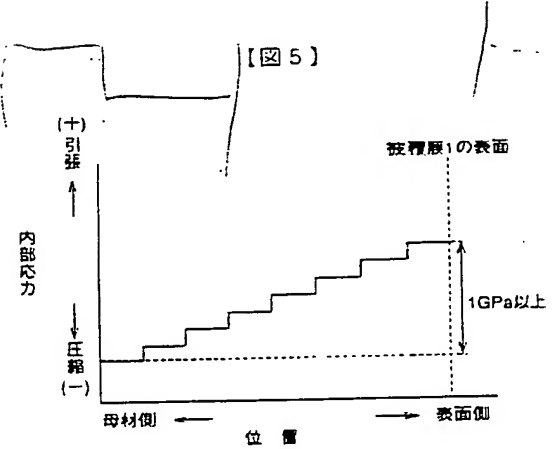
【図 3】



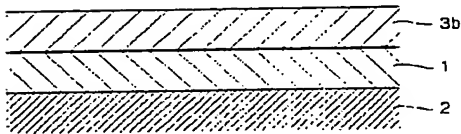
【図 4】



【図 5】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 福井 治世  
兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友  
電気工業株式会社伊丹製作所内

(72)発明者 池ヶ谷 明彦  
兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友  
電気工業株式会社伊丹製作所内  
Fターム(参考) 3C037 CC01 CC08 CC09 CC10 CC11  
3C046 FF03 FF04 FF05 FF11 FF13  
FF25